

難加工材の押し出し加工法を開発

—— 中間材を介して材料に側圧を加える新方式 ——

押し出し加工は、コンテナ内に材料を充満させ、ダイスの孔からそれを押し出してダイス孔と同じ断面形状を持つ長い棒状の物を作る加工法で、特に複雑な断面形状の物を能率よく作るのに用いられる。アルミサッシや熱交換用のフィン付きの管などは、その例である。常温で押し出し加工が困難な材料、例えば鋼などは、1200～1250℃のような高温で押し出し加工される。

一方、通常の条件下では極めてもろくて塑性変形ができない材料でも、適切な温度・圧力を加えると大きな延性を示すようになることが知られている。はじめに述べたように、押し出し加工では、材料はコンテナ内に押し込まれダイス孔から外へ押し出されていくので、変形時には、材料は圧縮され圧力が加わった状態になっている。このような状態は、加工しにくい材料の加工に有利であると考えられるが、それでも従来の技術では押し出し加工が不可能な材料は多数ある。

その主な理由の一つは、加工している間の温度の低下である。一般に加工が困難な材料は、高温にして加工されるが、ダイスやコンテナなどの工具は強度の関係でそれほど温度を上げることはできず、加熱される場合でもたかだか300℃位までである。そのため材料が工具に接すると、その部分から冷却が始まるが、少しの温度低下で加工性が著しく害される材料があり、このような場合

は、たとえ熱間であっても加工が困難である。

当研究所で開発した方法は図に示すとおり、通常の押し出し法と異なり、コンテナと材料の間に固体の中間材を挿入し、この中間材と材料がそれぞれ独立に加圧されるようになっている。この場合の押し出しは次のように行う。まず材料を中間材ごと加熱してコンテナに入れる。次に、アウトーステムで中間材を圧縮して、材料の側方より圧力を加える。この状態を保ちながらインナーステムで材料を押し出す。この場合、中間材は材料の温度低下を防ぐ。この方法により、代表的な難加工材のセンダスト (Fe-6%Al-10%Si合金) やアルニコ (Al-Ni-Co系磁石合金) の丸棒、角棒及び異形棒の押し出し加工ができるようになった。この新しい押し出し加工法は、現在、新技術開発事業団の委託開発課題として実用化研究が進められている。

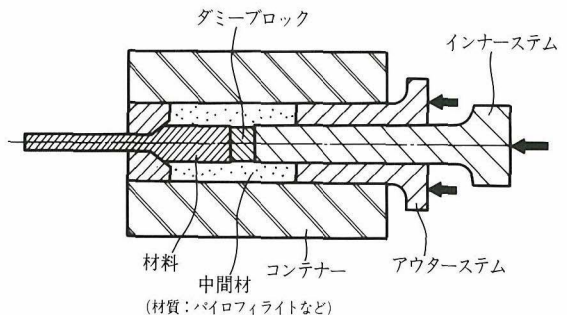


図 難加工材のための新しい押し出し加工法

超高压と極低温の領域に挑む

—— 黒リンで新しい超電導現象を発見 ——

金属をはじめ種々の材料の特性を調べたり、新しい材料を合成する場合、超高压の利用は魅力的で有力な手段である。近年、ダイヤモンド・アンビルと呼ばれる小型の超高压装置の出現によって低温からの広い温度範囲における超高压下での実験が可能になった。

ところが従来は、あらかじめ室温で圧力を設定した高压容器（セル）を液体ヘリウムで冷却して実験を行っていたので効率が極めて悪かった。その上、セルの圧力が、冷却時の試料、圧力容器、圧力媒体などの熱収縮の差異によって変化するため、精度よい高压実験を行うことが困難であった。最近、当研究所では、科学技術振興調整費研究「大型超高压発生システムに関する研究」の一環として、極低温下で連続的な加圧ができ、しかもその圧力を“その場”で測定できる新しい装置の開発に成功した。そしてこの装置を用いて、黒リンで興味ある圧力誘起超電導現象を見いだした。

図1に黒リンの相図を示す。黒リンは常温常圧下で半導体であるが、加圧すると半金属から金属へ逐次転移する。この黒リンを、圧力-温度図上の二つの異なる経路で加圧を行った。経路(A)は、常温中で加圧を行い、完全に金属相へ転移させた後液体ヘリウムに浸し、更に加圧を行う過程を示す。この金属相は超電導体となり、図2の曲線(A)のような臨界温度 T_c の圧力依存性を示す。この場合、 T_c は6 K(約 -267°C)程度であり、圧

力による変化はほとんどない。

一方、経路(B)では、ほぼ1気圧の状態セルを液体ヘリウムで冷却した後、加圧する。 T_c の圧力依存性は図2の曲線(B)に示すように、11 GPa(約11万気圧)付近で約4 Kの超電導体となった後、 T_c が圧力とともに急に上昇し、経路(A)の場合と著しく異なる振舞いを示す。経路(B)では、30 GPaでの超電導開始温度は約13 Kに達し、元素としてはこれまでの最高値が得られた。このような高い T_c が得られた理由は、黒リンの電子状態からみて、従来の超電導理論では説明できない。

一般に、低温では圧力誘起の相転移は進行しにくい。黒リンの場合、半導体から半金属相への転移は室温でも緩慢なことから、極低温ではこの転移はほとんど起こらないと考えられる。しかし、結晶中には多くの転位線が存在する。そのまわりでは原子は比較的動きやすく、局所的に、半導体から半金属を経て金属相へ転移することが予想される。このようにして経路(B)では、黒リン半導体相の中に細い金属フィラメントが分散した混合状態が実現される。このような特殊な構造の物質は、励起子系超電導のモデルで説明できる物質の一つであり、したがって、極低温加圧で励起子超電導現象が起きている可能性がある。

この結果から、超高压・極低温のような極限技術の組合せによって、今後、格段に T_c の高い新超電導物質を見いだす道が開けたといえよう。

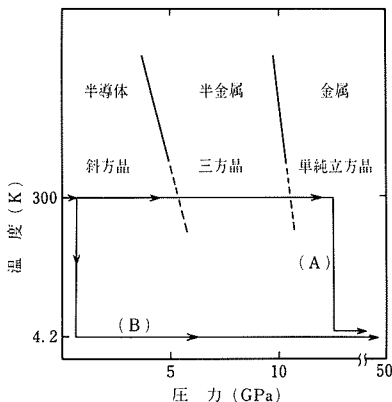


図1 黒リンの相図と、実験を行った二つの経路。

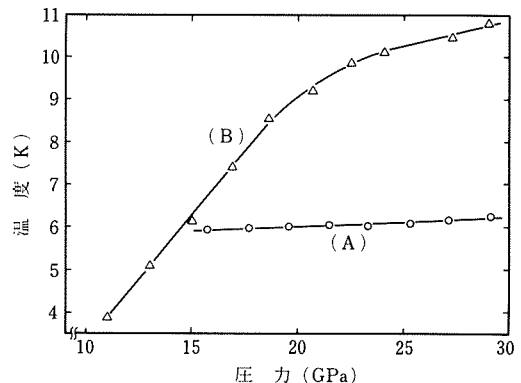


図2 黒リンの T_c の圧力依存性。 T_c は遷移の midpoint の温度を示す。

新しい融体急冷法により超電導複合テープを作製

当研究所では、科学技術振興調整費研究の一環として進めている融体急冷法を利用した高性能超電導材料の開発研究によって、融体急冷装置を開発した。これは溶融合金を高速運動する加熱銅基板テープに連続的に付着させるもので、基板を加熱すると、溶融金属と基板間のぬれ性がよくなる。その結果、冷却効果と複合テープの密着性を高めることができる。テープの最高運動速度は20m/sec、最高加熱温度は800℃である。

この方法によって、例えば、Nb₇₅(Al・Ge)₂₅やV₄₀(Hf・Zr)₆₀合金を銅テープに付着させると、高い冷却効果のためいったん過飽和固溶体及び非晶質相になる。これを熱処理すると微細結晶の臨界電流密度の高い超電導体に変化することを見いだした。

本方法は、既に実用化されているNb₃SnやV₃Gaよりも高性能の超電導化合物テープをつくる方法として有望であり、また下地銅テープをそのまま安定化材として使えるなどの実用的メリットも多い。(極低温機器材料研究グループ)

粉末冶金法を用いて高強度・高靱性Ti合金の開発を進める

Ti合金は、航空・宇宙機器用材料として理想的な特性を備えているが、加工性の悪さとそれに関連したコスト高が最大の難点となっている。この問題を解決する一つの手段が、粉末冶金法による製品の直接製造である。また粉末冶金法は、成分元素の均質化、組織の微細化などにより機械的特性をも改善するので、材料学的にも興味のある加工法である。

Ti合金は、主としてTi-6Al-4V合金が広く使用されているが、航空機等の性能向上のためにはこの合金よりも更に高強度の合金の開発

が強く望まれる。

そのため当研究所では、良質な粉末の量産技術を研究するとともに、これらの粉末を原料にして、溶解法で製造した合金と同等の疲労特性を有し、かつ引張強さが120kgf/mm²を越える新型高強度・高靱性Ti合金の開発を進めている。

(強力材料研究部)

Mo中の酸素濃度分布を理論的に予測

粒界析出あるいは粒界脆化が起こる場合には、結晶粒内よりはるかに高い速度の酸素の粒界拡散が重要な役割を果たすことが多い。これまで、粒界拡散に関する理論的取扱いは主に、十分に厚い試料が対象とされており、必ずしも汎用性のあるものではなかった。そこで、厚さ数ミリの薄板にも適用できる粒界拡散の数学的モデルを組立てた。その結果、注目元素の試料内濃度分布を、試料厚さ、粒界幅、粒界及び粒内の拡散定数、固溶度などで表わすことができた。次にこのモデルを、酸素による粒界脆化が著しいMoに適用し、脱酸を行った場合の酸素の粒界濃度分布を理論的に予測してみた。その結果、Moにおける酸素の粒界拡散速度は粒内のそれに比べて100倍以上であることが予想された。また、粒界の酸素濃度分布の理論値は、Moを実際に1000~1400℃で真空加熱脱酸した時の実測値とよく一致した。(原子炉材料研究部)

高分解能照射下クリープ試験装置による研究開始

高速増殖炉や核融合炉の炉心構造材料は応力下で中性子による照射損傷(格子欠陥の発生)を受け、このような照射下ではクリープ変形が通常より著しくなるため炉心設計には照射下クリープの挙動の把握が不可欠である。しかし、この照射下クリープ試験は技術的に非常に難しいのでこれから

の分野である。

当研究所では昭和57年度に日本初のねじり式試験装置を製作し、理研サイクロトロンに接続して試験を開始した。本装置の歪(測定)分解能は他の方式のものと比べ約100倍高く、この特長を生かして低損傷速度を用い材料の微細組織をほとんど変えずにクリープ挙動を調べることに成功した。調べた材料は316ステンレス鋼で、冷間加工状態、焼鈍状態ともに試験温度200~350℃、応力40~125MPaにおいて照射中のみクリープ変形するが、その原因は異なることが明らかにされた。昭和60年度に本装置は、材料照射専用の小型サイクロトロンとともに筑波支所に設置され、本格的な照射下クリープの試験研究が開始される。

(原子炉材料研究部)

核融合炉第一壁で課題とされているセラミック・金属間の密着力を改善

第6回「制御核融合装置におけるプラズマ・表面相互作用」国際会議が5月14日から5日間、14ヶ国から184人が参加して名古屋大学で開かれた。理論物理、プラズマ物理、表面物理などを中心とする学際的色彩の濃い会議であったが、プラズマ特性の向上には装置容器材料の選択が重要との認識が深まり、材料への関心が高まっていることが感ぜられた。

当研究所からは次の研究成果が発表された。(i)プラズマ容器作製に際して注目を浴びている金属・セラミック接合法に関して、優れた密着強度が得られた。(ii)セラミック被覆候補材の皮膜・金属基材間の機械的相互作用に関して、皮膜の剝離特性とその機械的性質の間に相関が見いだされた。(iii)容器表面で起こる水素の脱吸着挙動についての模擬実験を行い新たなモデルを提案した。

(原子炉材料研究部)

【特許出願速報】

出願日	出願番号	発 明 の 名 称	出願日	出願番号	発 明 の 名 称
58.10.18	193425	Sn-IVa 族元素合金を用いた Nb ₃ Sn 超電導線材の製造法	59.2.6	18293	セラミック粒子分散アルミニウム 鋳造合金の製造法
58.10.18	193426	繊維分散型 Nb ₃ Sn 超電導線材 の製造法	59.2.23	31424	単結晶 Ni 基耐熱合金及びその製 造法
58.10.19	194219	化合物超電導線材の製造法	59.3.7	42122	V ₃ Ga 拡散線材の製造法
58.10.25	198283	疲れ試験用マルチ負荷装置	59.3.14	47125	金属とセラミックスの接合方法 及びその接合体
58.11.15	213232	材料の疲れ試験機	59.3.17	51892	溶射基材の装着装置 (日本コロンビア(株)との共同出 願)
59.1.19	6352	溶融金属の噴霧微粉化装置	59.3.22	53444	合金系超電導線の製造方法 (株東芝との共同出願)
59.2.1	15281	磁性流体の製造法			
59.2.1	15282	磁性流体の製造装置			
59.2.3	17202	金属超微粒子の製造法			
59.2.6	18292	衝撃試験用試験片取付け装置			

【注目発明の選定】

当研究所の下記発明が、科学技術庁における昭和58年度の注目発明に選定された。

発明の名称 発明者
 ◎磁気記録用合金薄膜 前田 弘
 材料及びその製造方法

◎Nb₃Sn 超電導線材の 製造法 太刀川恭治 戸叶 一正
 熊倉 浩明
 ◎金属粒子の製造法 管 広雄 西本 直博
 佐久間信夫 上平 一茂
 小黒 信高 小川 洋一

◆短 信◆

●受 賞

(社)日本非破壊検査協会論文賞

材料強さ研究部 松本庄次郎、福原照明は、「超音波探傷用点集束斜角探触子の設計方法」及び「点集束斜角探触子の音場特性と性能の測定」により、昭和59年3月23日、賞を受けた。

(社)日本機械学会奨励賞

疲れ試験部 松岡三郎は、「金属材料の疲労き裂伝ば及び低サイクル疲労特性に関する研究」により、昭和59年4月1日、賞を受けた。

(社)日本金属学会写真賞奨励賞

金属物理解部 大越恒雄、小川恵一は、「スパック膜 Mo にみられる内部応力の緩和パターン—その核形成と成長」により、昭和59年4月1日、賞を受けた。

(社)溶接学会論文奨励賞

溶接研究部 渡辺健彦は、「高張力鋼溶接熱影響部における水素による割れと部分溶融」により、昭和59年4月3日、賞を受けた。

●人事異動

昭和59年4月15日付

退 職 増田 求 管理部庶務課長

昭和59年4月16日付

管理部庶務課長 高貴 秀雄 放医研 管理部庶務課長

“好評だった「中学生のための金属教室」”

科学技術週間行事の一環として4月21日(土)、地域の中学生など、約120名の参加を得て「中学生のための金属教室」が、本所(目黒)で盛況のうちに終わった。



通巻 第306号

編集兼発行人 越 川 隆 光
 印 刷 株式会社 三 興 印 刷
 東京都新宿区信濃町12
 電話 東京 (03)359-3841(代表)

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号
 電話 東京 (03) 719-2271 (代表)
 郵便番号 153